

甲状腺-乳腺防护衣在乳腺X线摄影中降低辐射剂量的研究

李广民¹, 林志凯², 彭如臣¹, 冯泽臣³, 邵建庭⁴, 王子文⁵, 姚剑¹, 郭红玉¹, 孙伟⁶

1. 首都医科大学附属北京潞河医院影像中心, 北京 101149; 2. 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088; 3. 北京市疾病预防控制中心, 北京 100021; 4. 北京市通州区疾病预防控制中心, 北京 101149; 5. 北京市通州区卫生局卫生监督所, 北京 101101; 6. 北京通煤科信检测技术服务有限公司, 北京 101118

【摘要】目的:采用屏蔽防护法屏蔽和降低乳腺X射线摄影中散射辐射对受检者甲状腺及乳腺所致辐射剂量的方法, 并对其采用防护措施防护效果进行试验研究。**方法:**在数字化乳腺X射线摄影(DR)中, 随机选取30例乳腺X射线受检者, 采用本中心新研制的0.5 mm Pb铅橡胶甲状腺-乳腺防护衣对受检者进行屏蔽。采集数据方法:在防护衣内侧和外侧分别各放置一组LiF(Mg·Cu·P)热释光剂量探测器, 在同一检测条件下进行照射后, 分别测量甲状腺-乳腺防护衣内侧和外侧两组入射空气比释动能数值。**结果:**防护衣内外入射空气比释动能的差异具有统计学意义($P<0.05$)。防护衣对甲状腺的防护效率为 $(99.25\pm0.99)\%$, 对侧乳腺的防护效率为 $(99.17\pm1.03)\%$ 。**结论:**甲状腺-乳腺防护衣可以降低甲状腺和乳腺在X射线摄影时的散射辐射, 并且屏蔽防护效果显著。

【关键词】乳腺X线摄影; 乳腺; 甲状腺; 辐射剂量; 防护衣

【中图分类号】R146; R312

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)06-0653-05

Protective effect of protective clothing on the thyroid and mammary gland in digital mammography

LI Guangmin¹, LIN Zhikai², PENG Ruchen¹, FENG Zechen³, PI Jianting⁴, WANG Ziwen⁵, YAO Jian¹, GUO Hongyu¹, SUN Wei⁶

1. Department of Radiology, Beijing Luhe Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 101149, China; 2. National Institute for Radiological Protection, China CDC, Beijing 100088, China; 3. Beijing Center for Diseases Prevention and Control, Beijing 100021, China; 4. Tongzhou District Center for Diseases Control and Prevention, Beijing 101149, China; 5. Institute for Health Surveillance, Tongzhou District Health Bureau, Beijing 101101, China; 6. Beijing Tongmei Kexin Testing Technology Service Co. Ltd, Beijing 101118, China

Abstract: Objective To reduce the radiation dose of the thyroid and mammary gland induced by the scattered radiation in digital mammography using protective clothing, and to investigate the protective effect of protective clothing. **Methods** Thirty patients who underwent digital mammography were randomly enrolled in this study. The newly-developed 0.5 mm Pb lead rubber protective clothing was used to reduce the radiation dose of the thyroid and mammary gland. A set of LiF (Mg·Cu·P) thermoluminescence dosimeters was placed at the inside and outside of protective clothing. After the radiation under the same detection condition, the air kerma of the inside and outside the protective clothing were acquired by LiF (Mg·Cu·P) thermoluminescence dosimeters. **Results** Statistical difference was found in the air kermas of the inside and outside of the protective clothing ($P<0.05$). The protective effects of protective clothing for the thyroid and mammary gland reached $(99.25\pm0.99)\%$ and $(99.17\pm1.03)\%$, respectively. **Conclusion** Using protective clothing for the protection of the thyroid and mammary gland can reduce the scattered radiation in digital mammography, with a remarkable protective effect.

Keywords: digital mammography; mammary gland; thyroid; radiation dose; protective clothing

【收稿日期】2019-01-12

【基金项目】北京市通州区科技计划项目(KJ2017CX040-08)

【作者简介】李广民, 主管技师, 研究方向: 医学影像技术、辐射安全与防护, E-mail: lliinn822@163.com

【通信作者】彭如臣, E-mail: hnsc625@126.com

前言

在放射诊疗过程中, 为避免受检者受到不应有的照射, 应严格执行医疗照射防护最优化原则, 使辐射泄露和散射辐射在非诊治部位所产生的辐射剂量率保持在可合理达到的尽量低水平^[1]。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求: 尽可能对辐射敏感

器官提供恰当的屏蔽^[2]。目前,在受检者乳腺癌早期筛查中,乳腺X射线摄影已成为国际公认的最有效的乳腺癌筛查方法。乳腺X线摄影常规采用两侧乳房轴位(CC位)和内外斜位(MLO位)摄影,总共4次照射^[3]。在X线摄影过程中邻近腺体都会受到多次散射辐射,而乳腺在X线检查中受到的辐射剂量更高,每个乳腺都受到1次主线束直接照射和1次散射线额外照射,从而增加了乳腺的剂量负担,增加了受检者罹患乳腺癌的概率^[4-5]。国际放射防护委员会(ICRP)第103号出版物将乳腺的组织权重因子由0.05提高到0.12,说明乳腺对辐射非常敏感^[6-7]。在乳腺X线摄影过程中控制主线束辐射剂量的同时,降低或减小散射辐射对乳腺所致剂量负担尤为重要,采用屏蔽防护法是简而易而最有效的保护方法。我国国家卫生标准《医用X射线诊断放射防护要求》要求:乳腺X线摄影中必须为甲状腺提供屏蔽防护。本文研究甲状腺-乳腺防护衣屏蔽和降低在乳腺X射线摄影中散射辐射对受检者甲状腺及乳腺所致辐射剂量的方法,并对屏蔽效果进行评价。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究中心设计的甲状腺-乳腺防护衣(实用新型专利:ZL 2014 2 0192623.9),并由厂家生产0.5 mm Pb(铅当量)的防护衣,材料为进口多层铅橡胶。防护衣使用方法:将甲状腺-乳腺防护衣甲状腺防护部位置于受检者前颈部,可覆盖颈部两侧甲状腺部位;将甲状腺-乳腺防护衣乳腺防护部位从受检者后颈部拉到需屏蔽的乳腺部位,乳腺屏蔽部位与甲状腺屏蔽部位交叉叠压放置,如图1所示。



图1 甲状腺-乳腺防护衣在乳腺X线摄影中轴位(CC)和内外斜位(MLO)使用示意图

Fig.1 Axial and lateral oblique diagrams of protective clothing for the protection of the thyroid and mammary gland in digital mammography

1.2 研究对象和研究方法

随机选取30例乳腺X射线受检者,年龄39~65岁,使用铅橡胶甲状腺-乳腺防护衣对受检者的甲状腺和乳腺进行屏蔽。其方法是:在乳腺检测中,在乳腺-甲状腺防护衣内侧和外侧分别各放置一组LiF(Mg·Cu·P)热释光剂量探测器(TLD),在同一检测条件下进行照射后,分别测量甲状腺-乳腺防护衣内侧和外侧两组入射空气比释动能数值,并比较其有防护器具和无防护器具受检者甲状腺和乳腺部位受照剂量的差别,评价铅橡胶甲状腺-乳腺防护衣屏蔽散射线辐射剂量的效果。

1.3 辐射源

Planmed Nuance 芬兰数字化乳腺成像系统(DR)。靶物质:钼靶(Mo);滤过材料:钼/铑(Mo/Rh);线束半值层(HVL):在28 kV, Mo/Mo时,0.37~0.38 mmAL,在28 kV, Mo/Rh时,0.4~0.41 mmAl;摄影模式:剂量优先模式(DOC);摄影条件:kV和mAs为全自动曝光模式(AEC)。

1.4 剂量测量仪器设备

美国热电公司Harshaw 5500型热释光剂量读出器;GR200A型LiF(Mg·Cu·P)热释光剂量探测器(TLD),探测范围:10 mGy~10 Gy。

1.5 方法

1.5.1 摄影方法 采用常规乳腺X线摄影,两侧乳房轴位(CC)和内外斜位(MLO)摄影。

1.5.2 甲状腺体表热释光剂量探测器(TLD)元件布放 将两组剂量计分别贴覆在防护衣的内、外两侧,体表定位于甲状软骨,其位置与甲状腺中心部重合。每组剂量计内放置3个TLD元件。

1.5.3 对侧乳腺热释光剂量探测器(TLD)元件布放 为布放位置一致,选取乳头与乳腺内侧角连线的中点为对侧乳房布放点。将两组剂量计分别贴覆在防护衣的内、外两侧,每侧放置3个TLD元件。

1.6 质量控制

Planmed Nuance 数字化乳腺成像系统进行状态检测,评价合格。GR200型TLD探测器经选片,其分散性控制5%之内;Harshaw 5500型热释光剂量读出器经过计量检定,并进行剂量刻度^[8]。为保证采集数据的一致性,所有X线摄影和TLD布放由同一名技师操作,由另一名主管技师进行现场操作规范的质量控制。每次采集数据时,设立TLD本底数值,最终统计分析的数据均为扣除本底以后的剂量。

1.7 统计学方法

使用GraphPad Prism 5.0作图,并利用相同样本

配对 t 检验对两组数据进行比较, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

30 例乳腺 X 射线受检者分别进行了乳腺轴位(CC)和斜位(MLO)摄影,监测佩戴甲状腺-乳腺铅橡胶防护服内侧和外侧的入射空气比释动能,实验分为 2 次数据采集,记录本底剂量平均值分别为 162.4 和 108.2 mGy。

2.1 防护衣对甲状腺的防护效率

防护衣外侧的入射空气比释动能中位数为 169.5 mGy(扣除本底),剂量范围为 80.8~389.1 mGy(扣除本底);防护衣内侧入射空气比释动能中位数为 5.7 mGy(扣除本底),剂量范围为 1.1~14.3 mGy(扣除本底);防护衣对甲状腺的防护效率为 $(99.25 \pm 0.99)\%$,防护衣内外入射空气比释动能的差异具有统计学意义($P < 0.0001$),见图 2。

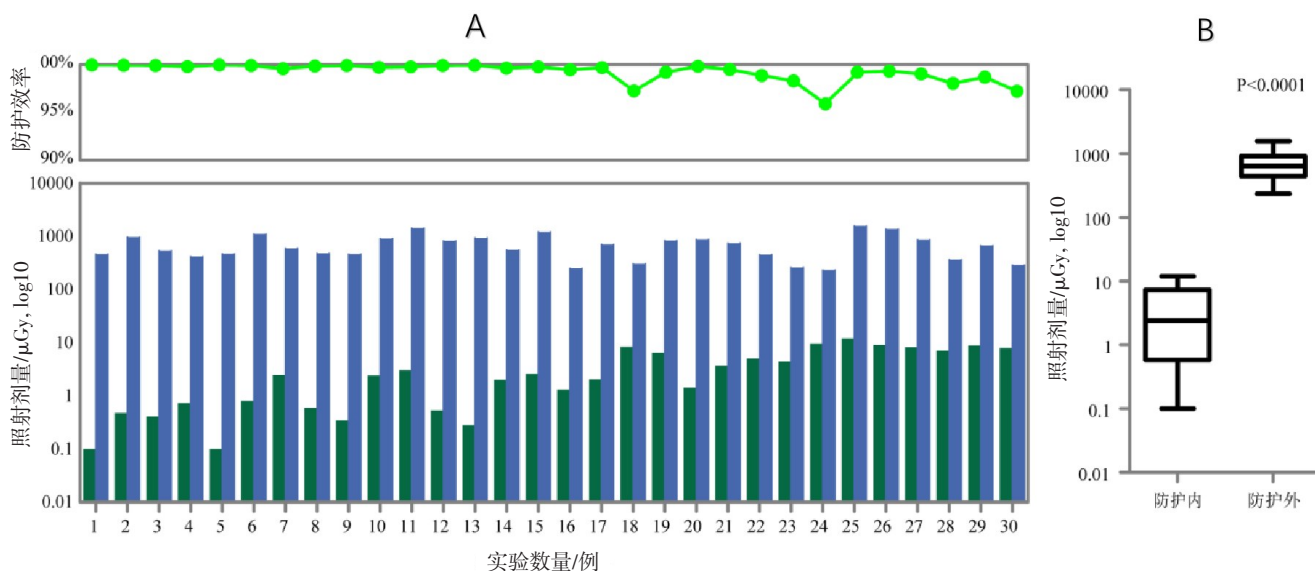


图2 防护衣对甲状腺的防护效率

Fig.2 Protective effect of protective clothing for the thyroid

A: 0.5 mm Pb 防护衣内(绿色)外(蓝色)入射空气比释动能和防护效率; B: 0.5 mm Pb 防护衣内外入射空气比释动能比较

2.2 防护衣对乳腺的防护效果评价

防护衣外侧入射空气比释动能中位数为 253.8 mGy(扣除本底),剂量范围为 69.6~709.9 mGy(扣除本底);防护衣内侧入射空气比释动能中位数为 6.8 mGy(扣除本底),剂量范围为 0.5~15.1 mGy(扣除本底);防护衣对乳腺的防护效率为 $(99.17 \pm 1.03)\%$,防护衣内外入射空气比释动能的差异具有统计学意义($P < 0.0001$),见图 3。

3 讨论

本研究的意义在于首次涉及乳腺 X 线摄影检查中对侧乳腺的防护方法,采用铅屏蔽防护是一种成熟的常规方法。乳腺 X 线摄影中对每一乳腺通常连续曝光两次,从而受到两次主射束直接照射和两次散射辐射照射,主射束直接照射时质控人员可以有效地降低辐射剂量^[9],但两次散射辐射所致乳腺的额外剂量负担容易被忽视。新版《医用 X 射线诊断放射

防护要求》中明确说明:“6.5 乳腺摄影 X 射线设备防护安全操作要求:6.5.1 应做好患者和受检者甲状腺部位的防护”^[10],但就医疗照射的防护最优化原则而言,更应该对乳腺进行防护。本次研究充分验证了乳腺所受到的辐射剂量远高于甲状腺,因此建议在乳腺 X 线摄影中应对甲状腺和乳腺均进行防护。本研究结果足以说明在乳腺 X 线摄影中为受检者佩戴甲状腺-乳腺防护衣可有效降低对侧乳腺、甲状腺的辐射剂量负担。在乳腺 X 线摄影中对受检者非诊疗部位采取适宜的屏蔽是非常重要的防护措施。

本研究中采用的是 kV 和 mAs 全自动曝光模式,即受检者有体胖瘦小之分,乳房大小不同、腺体和脂肪比例不等,因此,自动曝光模式根据乳房的差异将自动调节 X 射线摄影机的球管高压和 X 射线强度(射线强度与 mAs 成正比),自动调节曝光时的电流(mA)和曝光时间(s)^[11-12]。试验研究中得知:在 30 例乳腺癌筛查者中,该 DR 摄影机的工作高压范围在

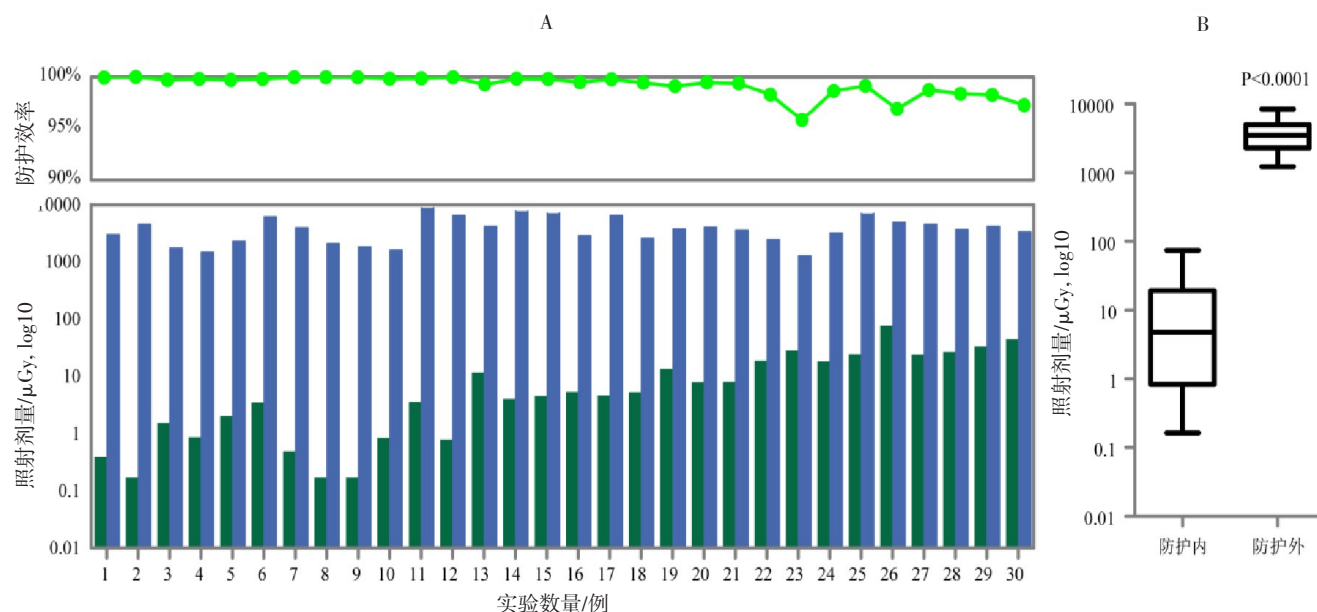


图3 防护衣对乳腺的防护效率

Fig.3 Protective effect of protective clothing for the mammary gland

A: 0.5 mm Pb 防护衣内(绿色)外(蓝色)入射空气比释动能和防护效率; B: 0.5 mm Pb 防护衣内外入射空气比释动能比较

28~34 kV 间变化, 而 mAs 在 32~288 mAs 范围内变化。主射束辐射剂量的高低同时引起散射辐射导致乳腺及其邻近腺体额外剂量负担也大小不同。试验发现腺体密度越高、乳房越大, kV 和 mAs 摄影条件越大, 散射辐射剂量越高^[13-15]。在常规 X 线摄影一个部位时, 照射野以外的邻近器官会受到体内散射剂量和外散射剂量的辐射^[16]。但根据乳腺 X 线摄影的原理来分析, 甲状腺和对侧乳腺都是与乳腺解剖结构不相邻的腺体, 所以认为所检测到的甲状腺和对侧乳腺位置上的入射空气比释动能多为外散射辐射^[17-18]。本研究结果说明防护衣对体外散射辐射的屏蔽防护有显著效果。

美国医学物理学家协会在其《Response to Use of Lead Aprons in Mammography》报告中认为: 乳腺 X 线摄影过程中甲状腺的腺体剂量为 0.04 mGy, 因其辐射剂量较低, 可忽略不计, 所以不建议使用甲状腺屏蔽物, 除孕妇外也不强制要求使用铅围裙^[19]。本研究利用检测的入射空气比释动能和辐射测量的能量响应进一步计算甲状腺的腺体剂量, 从而论证国内外对甲状腺防护观点的差异^[20]。

本研究只是针对 Planmed Nuance 数字化乳腺成像系统的研究结果, 不能代表其他乳腺 X 线摄影成像系统。

【参考文献】

[1] 张连连, 柳杰, 刘佩芳, 等. 数字乳腺 X 线摄影中辐射剂量相关因素的研究进展[J]. 上海医学影像, 2013, 22(2): 121-124.

ZHANG L L, LIU J, LIU P F, et al. Research progress on relative factors of radiation dose in digital mammography [J]. Shanghai Medical Imaging, 2013, 22(2): 121-124.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 电离辐射防护与辐射源安全基本标准: GB18871-2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 197.

General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Basic standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources: GB18871-2002[S]. Beijing: Standards Press of China, 2003: 197.

[3] 李士骏. 电离辐射剂量学[M]. 北京: 原子能出版社, 1986: 304-323. LI S J. Ionization radiation dosimetry[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1986: 304-323.

[4] DRONKERS D J, 秦乃姗. 实用乳腺 X 线照相: 病理-技术-解释-辅助方法[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.

DRONKERS D J, QIN N S. The practice of mammography: pathology-technique-interpretation-adjunct modalities [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2010.

[5] CHESEBRO A L, WINKLER N S, BIRDWELL R L, et al. developing asymmetries at mammography: a multimodality approach to assessment and management[J]. Radiographics, 2016, 36(2): 322-334.

[6] ICRP. ICRP Publication 60: 1990 recommendations of the international commission on radiological protection [M]. Ottawa: Elsevier, 1991.

[7] ICRP. ICRP Publication 103: recommendations of the ICRP [M]. Ottawa: Elsevier, 2008.

[8] 谭欢, 曾勇明, 朱明霞. 数字乳腺 X 线摄影曝光模式对乳腺体模图像质量和辐射剂量的影响[J]. 吉林大学学报(医学版), 2015, 41(5): 1036-1040.

TAN H, ZENG Y M, ZHU M X. Effect of digital mammography exposure modes on image quality and radiation dose of breast phantom [J]. Journal of Jilin University (Medicine Edition), 2015, 41(5): 1036-1040.

[9] 宛然, 武春雪, 刘澜涛, 等. 乳腺摄影降低辐射量的优化选择[J]. 放射学实践, 2008, 23(8): 838-840.

- WAN R, WU C X, LIU L T, et al. Exploration of exposure dose optimization for screen-film mammography[J]. Radiologic Practice, 2008, 23(8): 838-840.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ130-2013 医用X射线诊断放射防护要求: GBZ130-2013[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- National Health and Family Planning Commission of People's Republic of China. Requirements for radiological protection in medical X-ray diagnosis: GBZ130-2013 [S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [11] BLOOMQUIST A K, YAFFE M J, PISANO E D, et al. Quality control for digital mammography in the ACRIN DMIST trial: part I[J]. Med Phys, 2006, 33(3): 719-736.
- [12] 罗君, 李彬, 倪慧霞, 等. 数字乳腺X线摄影平均腺体剂量与乳腺分型及压迫厚度的关系[J]. 昆明医科大学学报, 2017, 8(3): 79-82.
- LUO J, LI B, NI H X, et al. Correlation of average glandular dosage with of breast type and breast compresses thickness in digital breast tomosynthesis[J]. Journal of Kunming Medical University, 2017, 8(3): 79-82.
- [13] BURY B. Justification and controllable dose[J]. Nucl Med Commun, 2000, 21(9): 870-871.
- [14] DANCE C R, YOUNG K C. Estimation of mean glandular dose for contrast enhanced digital mammography: factors for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols[J]. Phys Med Biol, 2014, 59(9): 2127-2137.
- [15] 沈茜刚, 顾雅佳, 郑晓静, 等. 乳腺X线摄影辐射剂量、乳腺密度及体成分三者间的相关性研究[J]. 中国癌症杂志, 2018, 28(10): 755-761.
- SHEN X G, GU Y J, ZHENG X J, et al. The correlation study among mammographic radiation dose, breast density and body composition in breast cancer[J]. China Oncology, 2018, 28(10): 755-761.
- [16] 徐辉, 岳保荣, 尉可道, 等. 我国乳腺X射线摄影受检者乳腺剂量水平调查研究[J]. 中国辐射卫生, 2016, 25(6): 641-644.
- XU H, YUE B R, WEI K D, et al. Research on glandular dose level of mammography in China[J]. Chinese Journal of Radiological Health, 2016, 25(6): 641-644.
- [17] AMAL N, NG K H, MCLEAN D, et al. A study of mean glandular dose during diagnostic mammography in Malaysia and some of the factors affecting it[J]. Br J Radiol, 2014, 76: 238-245.
- [18] MURRAY L, SETHUGAVALAR B, ROBERTSHAW H, et al. Involved node, site, field and residual volume radiotherapy for lymphoma: a comparison of organ at risk dosimetry and second malignancy risks[J]. Clin Oncol, 2015, 27(7): 401-410.
- [19] AAPM Response to use of lead aprons in mammography[EB/OL]. [2011-04-14]. http://www.aapm.org/public_general/LeadApronsMammographyResponse.asp.
- [20] CANNIZZARO M A, VEROUX M, COSTANZO M. Radiation exposure and thyroid cancer[J]. Ann Ital Chir, 2012, 83(5): 369-372.

(编辑: 黄开颜)